中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）42(4)：370～379（1993）

薑黃之生長與發育

II.氮鉀肥用量對生育、產量及品質之影響[1]

邱善美　呂秀英　劉慧瑛[2]

摘要：本試驗以三種氮（0、90及180 kg N／ha）與鉀（0、100及200 kg K_2O／ha）肥用量之不同處理組合，配合磷肥單一用量（40 kg P_2O_5／ha），於1990及1991年栽培薑黃大黃種，以瞭解不同氮鉀肥用量對植株生育及根莖產量和品質之影響。施用氮鉀肥能促進薑黃葉鞘出土後80天之株高、葉長、葉寬及葉數等農藝性狀表現，除葉數呈極顯著之 N×K 交感效應外，其他性狀無交感存在。於生育後期（葉鞘出土後140天）進行調查，則施用氮鉀肥僅對株高、葉長及分枝數有增加的效果，而鉀肥可促進分株數；除葉寬外，其他農藝性狀均未顯示顯著之 N×K 交感效應。在根莖產量方面，不論以鮮重或乾重爲基準，均隨氮肥用量增加而提高，薑黃素含量亦以施用氮肥處理較未施氮肥者爲高；鉀肥用量對根莖量及薑黃素含量似無顯著影響。在成分組成方面，根莖粗脂肪及游離糖含量受鉀肥用量之顯著影響，以施用100 kg K_2O／ha 處理之脂肪含量最高，游離糖含量則以100或200 kg K_2O／ha 處理高於不施用鉀肥處理。灰分含量因施用氮肥反有下降趨勢；P 與 K 含量以不施氮肥處理高於施氮肥處理，施用鉀肥則可提高根莖中 K 之含量。

關鍵詞：薑黃、氮肥、鉀肥、薑黃素、化學組成。

在食品中添加色素或辛香佐料，爲烹調藝術重要的一環，其中尤以食品及飲料加工業使用最爲廣泛。自人工色素可能嚴重爲害人體健康，開發植物性天然色素的需求因此極受重視[2]。薑黃（*Curcuma aromatica* Salisb.）之根莖含有薑黃素（curcumin），爲重要的天然食用黃色素植物，性喜高溫，除多濕低窪地區較不適宜種植外，對土壤的選擇並不嚴格。據 Singh and Randhawa（1985）之報告，此類辛香作物在印度的栽培面積即高達77,400公頃[7]，具有極高的經濟價值。

影響薑黃根莖內薑黃素含量的因素很多，其中以品種及栽培環境最爲重要。蔡和陳（1975）以五個國外引進品種爲材料，測定薑黃素含量，結果顯示在五個不同來源的品種中，薑黃素含量分布於1.5～5.4%之間，以印尼品種含量最高，泰國品種最低[3]。本所曾以國內最普遍栽培之薑黃大黃種爲材料進行分析（邱等，1993）發現母莖薑黃素含量最高，高次位分生子莖的薑黃素含量最低，亦即愈早形成之根莖，其品質愈佳，但分析所有材料之薑黃素含量，最高者亦僅爲0.55%，遠低於蔡與陳（1975）之報告[1]。在肥料用量對薑黃素含量的影響方面，相關研究報告較爲少見，Ramakrishna and Rao（1978）指出增加氮肥與鉀肥用量，具有增加鬱金（*Curcuma longa* L.）根莖產量的效應，但薑黃素含量反而降低[6]；但劉等（1974）在國內以鬱金爲材料進行肥料試驗，則指出施用鉀肥可提高薑黃素含量；兩項結論並不一致[4]，有待進一步試驗予以確定。本試驗係以本省薑黃大黃種爲材料，探討氮肥與鉀肥用量對生育性狀、根莖產量與品質之影響，俾供肥培管理之參考。

---

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1690 號。
2. 本所農藝系研究員、副研究員與農業化學系副研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

材料與方法

本試驗於1990～1991年連續二年在本所農場進行，1990年試驗之種植期爲3月27日，收穫期爲1991年1月21日；第二（1991）年之種植期爲4月19日，收穫期爲1992年1月20日。爲避免連作所導致之不良影響，試驗田曾更換一次，在試驗進行前均採取土壤樣品送請本所農業化學系分析土壤肥力。第一年使用田區之土質爲坋質壤土，pH 值6.0，含有機質1.6%，有效性磷12.3ppm，有效性鉀112.4 ppm，硝酸態氮16.4ppm；第二年使用田區之土質亦爲坋質壤土，pH 值5.3，有機質含量1.4%，有效性磷11.3%，有效性鉀102.7ppm，硝酸態氮15.4ppm。

供試材料爲薑黃大黃種；田間採用完全逢機區集設計，試區行長6m，行株距60×30cm，每行種植20株，小區爲5行區，計100株，重複四次。磷肥用量爲40 kg P_2O_5／ha，各處理用量相同。氮肥與鉀肥用量各分爲三個變級，氮肥用量爲0、90及180 kg N／ha，分別以 N0、N_1 及 N_2 表示，鉀肥用量爲0、100及200 kg K_2O／ha，分別以 K_0、K_1 及 K_2 代表之，合計九個處理組合。磷肥（過磷酸鈣）之全量及氮肥（硫酸銨）與鉀肥（氯化鉀）之三分之一量在種植前一天施用爲基肥，其餘肥料平均分二次於葉鞘出土後25天及60天各施一次爲追肥，同時行中耕除草及培土，並視需要行畦面淹水灌溉。

於葉鞘出土後80天及140天，分別調查各試區中間行10株之葉長、葉寬、葉數、株高及分株數等生育性狀。植株倒伏枯萎後，收穫中間行20株之根莖以計算產量，根莖鮮重之測量係將收穫之根莖於洗淨泥土雜物及陰乾後秤量而得，乾重係將根莖經80°C烘乾72小時以上至完全乾燥後秤量之，隨後予以磨粉，供爲成分分析材料。

粗蛋白質含量分析以 semi－micro Kjeldahl 法測定全氮含量，而以 N%×6.25表示之。粗脂肪以 Soxhlet 裝置使用乙醚抽出18小時後定量。游離糖測定係將樣品以50倍之80%乙醇加熱（80～85°C）迴流30分鐘，連續進行四次，經玻璃棉過濾後，以酚一硫酸法測定糖含量（Pruthi, 1980），而以葡萄糖爲標準[5]。粗澱粉係將樣品以0.75N 鹽酸加熱（100°C沸溶）迴流2小時水解澱粉後，用水洗滌殘渣，並與水解液合併，經 Whatman GF／A 玻璃棉濾紙過濾，以酚一硫酸法（Pruthi, 1980）測定全糖含量[5]，以葡萄糖爲標準，將總糖量減去游離糖含量後之數值乘以0.9，即爲粗澱粉含量。灰分係將樣品於600°C灰化後測定。礦物質組成分析以樣品先經高溫灰化，以3N HCl 溶解及以蒸餾水稀釋後，用感應耦合電漿一原子發光光譜儀（Jobin Yvon 38 Type III inductivity coupled plasma－atomic emission spectrophotometer）測定 P、Ca、Mg、Fe、Mn、Cu 及 Zn 含量。以火焰光度計（Corning model 400 flame photometer）測定 Na 及 K之含量。薑黃素係依據蔡和陳（1975）之方法，將樣品以95%乙醇萃取至抽出液不再呈黃色後，測定液在430 nm 之吸光度，而以 Sigma 公司 C～1386薑黃素爲標準換算之[3]。

以上各項測定及分析結果，均重複四次，並進行變方分析及以鄧肯氏多變域法比較各處理間之差異顯著性。

結果與討論

試驗進行期間（1990～1991）之氣象資料列於表1（本所農業氣象研究室提供），1991年3至9月間之平均氣溫略高於1990年同期之氣溫；月平均降雨量除1991年7、10、11及12月較1990年同期爲多（分別增加180、34、26及40mm）之外，其他各月份均相近或較少；而1991年4至8月間每月日照時數亦較1990年同期爲多（分別增加60.0、24.8、30.1、29.6及46.0hr），其他各月份則較少。換言之，在薑黃生育前期，1981年似較1990年獲得較高之氣溫、較多的日照及較少的雨量，生育後期則反之。

表1. 薑黃大黃種生育期間之月平均氣溫、降雨量及日照時數（1990～1991）

Table. 1. Monthly mean temperature, precipitation, and sunshine duration during the growth period of turmeric plants cultivated at TARI in 1990～1991

Month	Temperature (°C)		Precipitation (mm)		Sunshine duration (hr)	
	1990	1991	1990	1991	1990	1991
1	16.0	16.6	22.0	26.0	167.5	190.0
2	18.0	17.0	57.5	15.5	168.8	162.9
3	18.7	20.9	60.5	19.0	188.8	173.6
4	21.5	22.9	52.3	47.0	89.2	149.2
5	24.8	25.8	44.0	40.5	128.6	153.4
6	26.6	27.7	417.5	352.5	99.9	130.0
7	28.0	28.3	91.5	271.5	153.1	182.7
8	27.8	28.2	735.5	148.5	135.2	181.2
9	26.6	26.9	110.0	75.5	214.4	142.3
10	23.8	23.2	0.5	34.5	261.2	144.6
11	21.7	20.2	0	26.0	233.3	131.2
12	17.9	17.6	0.5	40.0	213.0	137.3

氮、鉀肥用量對薑黃植株初期生育性狀之影響

在葉鞘出土後第80天調查植株地上部農藝性狀，綜合兩年結果之變方分析資料列於表2。除分株數以外，各生育性狀之氮肥、鉀肥主效應均極顯著或顯著存在，即施用氮肥或鉀肥能影響薑黃植株地上部初期的生長與發育。在氮肥與鉀肥之交感作用方面，除對葉數有極顯著的效應外，於其他性狀並不存在，表示不同組合之氮鉀肥用量對薑黃大黃種的葉數影響有差異。

表2. 氮、鉀肥用量對薑黃大黃種初期（葉鞘出土80天）生育性狀之綜合變方分析（1990～1991）

Table. 2. Combined analysis of variance on the agronomic characters of turmeric plants measured at 80 days after leaf−sheath emergence (1990～1991)

S. O. V.	D. F.	Mean Square				
		Plant height (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Leaf no. per plant	Branch no. per plant
Year (Y)	1	40.65	<0.01	0.41	0.101	0.045
Block/Y	6	30.69	10.41	1.77	0.321	0.040
N	2	771.36**	273.87**	18.55**	1.852**	0.439
K	2	415.06*	93.58*	9.59*	1.330**	0.151
N×K	4	75.85	25.79	4.58	1.864**	0.359
Y×N	2	15.79	1.01	0.06	0.001	0.024
Y×K	2	17.01	1.82	0.09	0.013	0.020
Y×N×K	4	8.25	0.70	0.06	0.014	0.007
Error	48	84.69	24.88	2.01	0.261	0.209

* and ** indicate significance at 5% and 1% levels, respectively.

比較三種氮肥用量對薑黃植株地上部生育的影響（表3），在 N_1（90kg N／ha）及 N_2（180kg N／ha）肥培環境下，株高、葉片長度及每株葉片數目等性狀之表現均顯著優於不施氮肥之 N_0處理，但 N_1 與 N_2 間無顯著差異存在，顯示氮肥能促進薑黃生育初期地上部的生長，但過量施用對株高、葉長及葉數等性狀並無效應。在葉片寬度方面，以 N_1 處理較 N_2 處理爲寬，兩者並均顯著超過 N_0 處理。分株數則未受氮肥用量之影響。

鉀肥用量對植株地上部生育的影響亦列於表3，K_1（100 kg K_2O／ha）及 K_2（200kg K_2O／ha

）處理之株高均顯著優於不施鉀肥處理（K_0），葉長與葉寬呈現隨鉀肥用量提高而增進的趨勢，分株數亦未受鉀肥用量之影響。

表3. 氮、鉀肥用量對薑黃大黃種生育初期（葉鞘出土80天）生育性狀之影響（1990～1991）

Table. 3. Effects of levels of N and K fertilization on the agronomic characters of turmeric plants measured at 80 days after leaf-sheath emergence 1990～1991

Theatment[z]	Plant height (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Leaf no. per plant	Branch no. per plant
N_0	71.0 b[y]	37.2 b	14.7 c	6.0 b	0.5 a
N_1	82.1 a	43.8 a	16.5 a	6.5 a	0.7 a
N_2	78.6 a	41.8 a	15.6 b	6.4 a	0.5 a
K_0	72.6 b	38.9 b	15.1 b	6.5 a	0.5 a
K_1	78.3 a	41.1 ab	15.4 b	6.3 ab	0.6 a
K_2	80.8 a	42.8 a	16.3 a	6.0 b	0.6 a

z N rates for N_0, N_1, and N_2 are 0, 90, and 180 kg N/ha, respectively; K rates for K0, K_1, and K_2 are 0, 100, and 200 kg K_2O/ha, respectively. 40 kg P_2O_5/ha was used as basic dressing for all treatments.

y Means followed by the same letter within each column are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

葉片數目爲唯一對氮、鉀肥交感作用呈顯著反應之植株性狀（表2），一般而言，每株葉片數目介於5.3～6.9之間，以 N_1K_1 處理之葉數最多（每株6.9葉），N_0 K_2 處理葉數最少（5.3葉）。在未施鉀肥（K_0）環境下，以 N_2 及 N_0 處理之葉數較 N_1 處理爲多，每株分別增加0.44及0.33葉；在 K_1 條件下，反而以 N_1 氮肥處理之葉數最多（6.9葉）；在高鉀肥用量（K_2）下，葉數則隨氮肥之增施有增加之趨勢。

氮、鉀肥用量對薑黃植株後期生育性狀之影響

表4資料爲葉鞘出土140天調查地上部性狀之綜合變方分析結果，由表中可知，株高、葉長及分株數之氮肥主效應皆極顯著，葉寬及葉數則未達顯著水準，顯示氮肥不僅影響初期株高及葉長生長與發育，同時也影響到後期之生育；而氮肥僅影響初期的葉寬及葉數（表2），對後期則無效果；反之，氮肥則對薑黃大黃種後期的分株數始有顯著的效應。鉀肥處理則僅對分株數呈現顯著之主效應，對其他生育性狀影響並不明顯。在 N×K 交感作用方面，除了葉寬呈極顯著之反應外，其他性狀皆無交感效應存在。

表4. 氮、鉀肥用量對薑黃大黃種生育後期（葉鞘出土140天）生育性狀之綜合變方分析（1990～1991）

Table. 4. Combined analysis of variance on the agronomic characters of turmeric plants measured at 140 days after leaf－sheath emergence（1990～1991

S. O. V.	D. F.	Mean Square				
		Plant height (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Leaf no. per plant	Branch no. per plant
Year (Y)	1	609.01	266.81	20.91	5.445**	40.951**
Block/Y	6	502.42**	53.24*	3.57**	0.541	0.510
N	2	2,160.69**	287.06**	0.56	0.352	2.194**
K	2	149.76	16.56	0.38	0.007	1.004*
N×K	4	36.00	8.75	1.65**	0.118	0.797
Y×N	2	74.51	0.17	1.80*	0.042	1.490**
Y×K	2	214.31	61.77*	1.68*	0.047	0.300
Y×N×K	4	25.41	4.68	1.42*	0.458	0.200
Error	48	80.70	14.22	0.41	0.312	0.287

* and ** indicate significance at 5% and 1% levels, respectively.

比較不同氮肥用量對植株各生育性狀之影響（表5），施用氮肥（N_1 或 N_1）均較不施用氮肥（N_0）處理有較優之株高、葉長及分株數表現，而 N_1 及 N_2 間差異並不顯著；氮肥處理對植株葉片數目則沒有顯著的影響。在鉀肥用量對植株地上部生育的作用方面，表5資料顯示三個處理對株高、葉長及葉數等性狀均無顯著影響，施用鉀肥對薑黃生育後期分株數則具有增進效果。

表5. 氮、鉀肥用量對薑黃大黃種生育後期（葉鞘出土140天）生育性狀之影響（1990～1991）

Table. 5. Effects of levels of N and K fertilization on the agronomic characters of turmeric plants measured at 140 days after leaf－sheath emergence（1990～1991）

Theatment[z]	Plant height (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Leaf no. per plant	Branch no. per plant
N_0	132.6 b[y]	63.9 b	17.5 a	10.4 a	2.1 b
N_1	148.4 a	69.5 a	17.6 a	10.5 a	2.6 a
N_2	149.5 a	70.3 a	17.8 a	10.7 a	2.7 a
K_0	140.9 a	67.0 a	17.5 a	10.5 a	2.3 b
K_1	143.6 a	68.2 a	17.6 a	10.5 a	2.6 a
K_2	145.9 a	68.6 a	17.8 a	10.5 a	2.6 a

z N rates for N_0, N_1, and N_2 are 0, 90, and 180 kg N／ha, respectively; K rates for K0, K_1, and K_2 are 0, 100, and 200 kg K_2O／ha, respectively. 40 kg P_2O_5／ha was used as basic dressing for all treatments.
y Means followed by the same letter within each column are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

薑黃葉片寬度之變域不大，介於17.0～18.2cm之間，但對氮、鉀肥交感作用呈現顯著反應。綜合兩年試驗結果，以 N_2K_1 處理之葉寬最大（18.2cm），而 N_0K_1 處理最小（17.0cm）。

氮、鉀肥用量對薑黃根莖產量之影響

由表6變方分析結果，得知不論係以鮮重或乾重表示之根莖產量，氮肥主效應皆達極顯著水準，亦即施用氮肥會影響根莖產量；鉀肥主效應則不顯著，顯示在本試驗條件下，施用鉀肥對薑黃大黃種之根莖產量助益不大。

表6. 氮、鉀肥用量對薑黃大黃種根莖產量之綜合變方分析（1990～1991）

Table. 6. Combined analysis of variance on rhizome yield of turmeric cultivated at TARI in 1990～1991

S. O. V.	D. F.	Mean Square	
		Fresh weight	Dry weight
Year (Y)	1	2.027	1.356*
Block/Y	6	1.132	0.181
N	2	30.462**	2.521**
K	2	1.746	0.002
N×K	4	1.977	0.423*
Y×N	2	0.187	0.032
Y×K	2	0.017	0.009
Y×N×K	4	0.255	0.065
Error	48	0.821	0.124

* and ** indicate significance at 5% and 1% levels, respectively.

比較不同氮肥用量對根莖鮮重之影響（表7），各處理間差異顯著，不施氮肥處理（N_0）之產量爲18.9 t／ha，N_1 及 N_2 處理分別爲22.8及25.0 t／ha，亦即增施氮肥可以提高根莖產量，並以高氮肥用量之 N_2 處理效應最大。三個鉀肥處理的根莖鮮重產量介於21.4至23.1t／ha 之間，差異均未達顯著水準。

表7. 氮、鉀肥用量對薑黃大黃種根莖產量（t／ha）之影響

Table. 7. Effects of levels of N and K fertilization on the rhizome yield (t/ha) of turmeric cultivated at TARI in 1990～1991

Theatment[z]	Rhizome yield	
	Fresh weitht	Dry weight
N_0	18.9 c[y]	5.0 c
N_1	22.8 b	6.1 b
N_2	25.0 a	7.0 a
K_0	21.4 a	6.1 a
K_1	22.2 a	6.1 a
K_2	23.1 a	6.1 a

z N rates for N_0, N_1, and N_2 are 0, 90, and 180 kg N／ha, respectively; K rates for K0, K_1, and K_2 are 0, 100, and 200 kg K_2O／ha, respectively. 40 kg P_2O_5／ha was used as basic dressing for all treatments.
y Means followed by the same letter within each column are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

根莖乾重對 N×K 交感作用呈現顯著反應（表6），於不同用量組合間比較，以 N_2K_2 用量組合對根莖乾重之效應最大，其次爲 N_2K_1 處理，而以 N_0K_2 之產量最低，亦即在高氮肥配合高鉀肥用量的條件下，最能提高薑黃大黃種的根莖乾物產量。

氮、鉀肥用量對薑黃根莖主要成分及礦物元素含量之影響

本項試驗係以1992年收穫之根莖爲分析材料，所得結果分別列如表8～11。依據表8之變方分析結果，薑黃素及灰分含量之氮肥主效應顯著，即施用氮肥可影響薑黃素及灰分之含量；粗脂肪及游離糖之鉀肥主效應顯著，顯示施用鉀肥對粗脂肪及游離糖含量也有影響。除粗脂肪含量對 N×K 交感作用有極顯著的效應外，其他成分並無交感效應存在。

表8. 氮、鉀肥用量對薑黃大黃種根莖主要成分含量之變方分析（%，乾基，1991）

Table. 8. Analysis of variance of chemical composition of tumeric plants subjected to levels of N and K fertilization (%, dry basis, 1991)

S. O.V.	D. F.	Mean Square							
		Cucurmin	Crude protein	Crude fat	Sugar	Starch	Ash	Fiber	N.F.E.[z]
Block	3	0.07	0.590	0.106	0.393	17.012	0.489	0.06	0.155
N	2	0.019**	4.338	0.556	1.276	17.250	1.056*	0.66	4.102
K	2	0.0088	0.528	1.307**	18.643*	7.955	0.030	0.925	0.656
N×K	4	0.002	3.048	0.957**	10.128	15.162	0.351	0.217	3.036
Error	24	0.003	1.671	0.219	4.596	12.291	0.174	0.361	1.537

z N. F. E. : nitrogen－free extract.
* and ** indicate significance at 5% and 1% levels, respectively.

比較氮、鉀肥各三種不同用量對薑黃大黃種根莖主要成分含量之影響，結果列於表9。就氮肥效應而言，在所分析之八種成分中，粗蛋白、粗脂肪、游離糖、澱粉、纖維及無氮抽出物的含量均無差異，薑黃素含量以 N_1 及 N_2 處理顯著高於 N_0 處理，但 N_1 及 N_2 之間並無顯著差異存在，灰分含量則隨氮肥用量增加而降低。在鉀肥的效應方面，粗脂肪含量以 K_1 高於 K_2 及 K_0 處理，又以 K_2 處理之含量最低；游離糖以 K_1 及 K_2 之含量較 K_0 爲高；其他六項成分均未顯現鉀肥處理之效應。本試驗結果顯示施用氮肥有助於提高薑黃根莖內薑黃素之含量，但與施用量90 kg N／ha 比較，180 kg N／ha 處理並無助於繼續提升薑黃素含量；另一方面，在本試驗條件下，鉀肥用量對薑黃素之含量似無影響。

表9. 氮、鉀肥用量對薑黃大黃種根莖主要成分之影響（%，乾基，1991）

Table. 9. Effects of N and K fertilization on the chemical composition of turmeric cultivated at TARI in 1991 (%, dry weight basis)

Theatment[z]	Cucurmin	Crude protein	Crude fat	Sugar	Starch	Ash	Fiber	N.F.E.[y]
N_0	0.40 b[x]	6.2 a	4.1 a	14.5 a	46.2 a	7.5 a	4.6 a	77.6 a
N_1	0.48 a	6.6 a	3.9 a	15.0 a	48.5 a	7.1 b	4.5 a	78.0 a
N_2	0.47 a	7.4 a	4.4 a	15.1 a	46.7 a	7.0 b	4.4 a	76.8 a
K_0	0.48 a	6.9 a	4.0 b	13.4 b	47.9 a	7.1 a	4.5 a	77.4 a
K_1	0.43 a	6.8 a	4.5 a	15.5 a	46.3 a	7.2 a	4.2 a	77.3 a
K_2	0.44 a	6.5 a	3.9 b	15.7 a	47.1 a	7.2 a	4.8 a	77.7 a

z N rates for N_0, N_1, and N_2 are 0, 90, and 180 kg N/ha, respectively; K rates for K_0, K_1, and K_2 are 0, 100, and 200 kg K_2O/ha, respectively. 40 kg P_2O_5/ha was used as basic dressing for all treatments.

y N. F. E.: niteogen-free extract.

x Means followed by the same letter within each column are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

以乾種為基準分析薑黃根莖內的粗脂肪含量，介於3.5～5.5%之間，此一性狀並對N×K 交感作用呈現極顯著反應（表8）。在氮、鉀肥用量的九種組合中，以 N_2K_1 處理的含量最高，為5.5%，其他組合的含量變域較小，約為3.5%至4.5%。

根莖內礦物元素含量之變方分析結果列如表10。P、K、Mn 及 Cu 含量之氮肥主效應均極顯著或顯著，顯示施用氮肥對 P、K、Mn 及 Cu 之含量有所影響。而 K、Cu 及 Zn 含量之鉀肥主效應極顯著。至於 N×K 之交感作用，僅有 K 含量呈極顯著效應，在各處理組合中，以 N_0K_0 肥培下之 K 含量最高，N_0K_0 最低。

表10. 氮、鉀肥用量對薑黃大黃種根莖礦物元素含量之變方分析（mg/100g，乾基，1991）

Table. 10 Analysis of variance of mineral concentrations (mg/100g, dry weight basis) in tumeric rhizomes subjected to levels of N and fertilization (1991)

S.O.V.	D.F.	Mean Square								
		P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Mn	Cu	Zn
Block	3	1,431	26,541	231	47	72.0	91.9	2.14	0.21	1.25
N	2	17,552**	111,266*	589	190	38.8	39.9	14.18*	1.00*	2.96
K	2	1,009	416,846**	395	1,088	42.2	82.2	1.47	2.36**	7.43**
N×K	4	1,743	272,048**	186	1,074	43.3	24.2	9.32	0.22	1.40
Error	24	1,638	22,734	209	1,029	109.1	43.7	4.37	0.25	1.06

* and ** indicate significance at 5% and 1% levels, respectively.

比較氮、鉀肥不同用量對薑黃大黃種根莖礦物元素含量之影響，結果列於表11。在所測定的九種元素中，K 含量最高，P、Mg、Ca、Na 及 Fe 含量依序次之，Mn、Cu 及 Zn 含量甚微。如以mg/100g dry matter 單位表示，P 與 K 之含量均以 N_0 處理最高，分別為468.2及2,562，且 N_1 處理之 P 含量又高於 N_2 處理，顯示增施氮肥有降低根莖 P 和 K 含量之效應。施用重氮肥（N_2）也有降低 Mn 與 Cu 含量的趨勢，但 Ca、Mg、Na、Fe 及 Zn 含量則不受氮肥用量處理之影響。

表11. 氮、鉀肥用量對薑黃大黃種根莖礦物元素含量之影響（mg／100g，乾基，1991）

Table. 11 Effects of levels of N and K fertilization on the concentrations of mineral elements in turmeric rhizomes cultivated at TARI in 1991 (mg／100g, dry weight basis)

Treatment[z]	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Mn	Cu	Zn
N_0	408.2a[y]	2,561.8a	95.8a	232.0a	77.4a	20.7a	3.4ab	1.0ab	1.9a
N_1	427.1b	2,497.2ab	88.2a	229.3a	74.6a	19.9a	4.9a	1.2a	2.7a
N_2	391.8c	2,372.3a	81.8a	237.1a	74.1a	17.2a	2.8b	0.7b	1.9a
K_0	439.3a	2,268.8c	93.9a	243.7a	77.3a	20.8a	3.3a	0.8b	1.7b
K_1	425.8a	2,504.0b	82.5a	228.7a	75.3a	16.2a	3.8a	0.7b	1.7b
K_2	421.8a	2,658.4a	89.3a	226.0a	73.5a	20.8a	4.0a	1.5a	3.1a

z N rates for N_0, N_1, and N_2 are 0, 90, and 180 kg N／ha, respectively; K rates for K0, K_1, and K_2 are 0, 100, and 200 kg K_2O／ha, respectively. 40 kg P_2O_5／ha was used as basic dressing for all treatments.

y Means followed by the same letter within each column are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

在鉀肥效應方面，P、Ca、Mg、Na、Fe 及 Mn 含量亦不受鉀肥用量影響，但 K、Cu 及 Zn含量則均以 K_2 顯著高於 K_1 及 K_0 處理，顯示施以高量 K 肥，對薑黃根莖內 K、Cu 及 Zn 含量有增加效果（表11）。

綜合本試驗各項結果，在薑黃根莖產量及薑黃素含量對肥料之反應方面，可供參考的文獻不多。在本試驗條件下，不論以鮮重或乾物重表示根莖產量，主要受氮肥用量之影響，亦即增施氮肥具有增產效果，而單獨增施鉀肥對根莖產量的助益不大（表7）。至於不同肥料用量組合，以 N_2K_2 處理對根莖乾物重的效用最高，次爲 N_2K_1 組合，換言之，在適當的氮、鉀肥用量組合下，才有可能獲致最高的產量。薑黃素含量以 N_1 及 N_2 處理顯著高於 N_0 處理，唯 N_1 及 N_2 處理間並無顯著差異，顯示氮肥用量達180 kg N／ha 時，對繼續提升薑黃素含量已無作用，而鉀肥對薑黃素含量似無影響（表9）。劉等(1974)指出施用氮、鉀肥除能影響印度鬱金（*C. longa*）的株高及分支數外，增施鉀肥並可提高薑黃素含量[(4)]，與本試驗的結論並不完全相同；但 Ramakrishna and Rao (1978) 以高肥料用量（N＝250，312.5及375 kg／ha; K_2O＝137.5，187.5及237.5 kg／ha; P_2O_5＝125，175及225 kg／ha）栽培印度鬱金，發現增施肥料具有增加根莖產量之效應，但降低其薑黃素含量[(6)]。綜合上述試驗結果，增施氮肥確可提高根莖產量，但鉀肥用量對薑黃素含量的效應並不一致，是否爲使用品種有異所導致之結果，值得注意。至於在高肥料用量環境下，薑黃素含量反而降低的原因，可能爲增施肥料導致植株地上部生育過爲繁茂，甚至可能產生徒長及倒伏現象，影響根莖內薑黃素合成，有待進一步探討。薑黃根莖產量及品質除受生育環境影響外，品種優劣亦極爲重要，國內所蒐集鬱金品種的薑黃素含量分佈於3.03～3.32%之間，並不遜於印尼及泰國品種(蔡與陳，1975)[(3)]，或有加以開發利用的價值；今後除應繼續引種，並有必要加強栽培及加工試驗，以供爲發展本省天然食用色素之參考。

引用文獻

1. 邱善美、劉慧瑛、朱鈵良。1993。薑黃之生長與發育 I. 根莖之形成及各次位分生子莖之成分分析。中華農業研究 42：154～161。

2. 陳雪娥、蔡平里。1975。園藝作物天然色素之研究III.鬱金色素之性質及其利用。中國園藝 21：242～248。

3. 蔡平里、陳雪娥。1975。園藝作物天然色素之研究II.鬱金色素之抽取和不同品種間含量之分析。中國園藝 21：79～82。

4. 劉連勝、楊永裕、徐原田。1974。氮、磷、鉀三要素對印度鬱金產量及薑黃素含量之影響。農業研究 23：284～

291。

5. Pruthi, J. S. 1980. Spices and Condiments: Chemistry, Microbiology, and Technology. pp. 152~169. Academic Press, New York.
6. Ramakrishna R. and R. Rao. 1978. Effect of N, P, and K fertilization on curing percentage and curcumin content of turmeric (*Curcuma longa* L.) .Indian J. Hort. 35 : 143~144.
7. Singh, S. and G. S. Randhawa. 1985. Effect of intercropping and mulch on yield and quality of turmeric (*Curcuma longa* L.) . Proc. Vth ISHS Symp. Medicinal and Aromatic Spice Plants. pp. 183~185. Darjeeling, India.

The Growth and Development of Turmeric (*Curcuma aromatica* Salisb.) Plants.

II. Effects of N and K Fertilization on Plant Growth and Rhizome Yield and Quality[1]

Shan-Mei Chiu, Hsiu-Ying Lu and Huey-Ing Liu[2]

Summary

Three levels each of N (0，90，and 180 kg N/ha for N_0, N_1, and N_2, respectively) and K (0，100，and 200 kg K_2O/ha for K_0, K_1, and K_2, respectively) fertilizers were tested in combination along with a fixed reate of P fertilizer (40 kg P_2O_5/ha) for their effects on the growth and rhizome yield and quality of *Curcuma aromatica* Salisb. Experimental results indicated that application of N and K fertilizers facilitated the development of plant height and leaf length and width measured at 80 days after the emergence of leaf sheath. Significant effect of N×K interaction was recorded on leaf number only. Investigation at 140 days after the emergence of leaf sheath indicated that N and K fertilization promoted the development of plant height, leaf number, and branch number. Effect of N×K interaction was significant on leaf width only. Rhizome yield on either fresh or dry weight basis was higher for N_2 than for N_1 and N_0 treatments. N fertilization also increased curcumin content in the rhizomes. No significant effect of K fertilization on the yield and curcumin content of the rhizomes was observed. However, K fertilizer showed marked effect on the crude protein and soluble sugar contents. Crude protein content was highest for K_1 while soluble sugar content was highest for both K_1 and K_2 treatments. Ash content tended to decrease with increasing N fertilization. Contents of P and K were higher for N_0 than for other N treatments. Increasing K fertilizer resulted in higher K content in the rhizomes.

Key words : Turmeric (*Curcuma aromatica* Salisb.) , N and K fertilization, Curcumin, Chemical composition.

---

1. Contribution No. 1690 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Respectively, senior agronomist and statistician, Department of Agronomy, and agricultural chemist, Department of Agricultural Chemistry, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.